

## DEMO 15

Rodadura sin deslizamiento  
de sólidos por un plano inclinado

Autor/a de la ficha	Chantal Ferrer Roca															
Palabras clave	Movimiento de sólidos, energía cinética de rotación, conservación de la energía															
Objetivo	Esta demostración pone de manifiesto que la aceleración con la que descenden por un plano inclinado diferentes sólidos rodando sin deslizar, depende exclusivamente de la distribución de masa del sólido y no del valor de la masa o del radio.															
Material	<ul style="list-style-type: none"><li>- Plano inclinado con aletas desplegadas y fijables mediante cuatro varillas enroscables</li><li>- Conjunto de figuras rodantes:<ul style="list-style-type: none"><li>- cilindro hueco de aluminio de <math>r = 25 \text{ mm}</math> (5 mm de pared )</li><li>- cilindro hueco de aluminio de <math>r = 50 \text{ mm}</math> (5 mm de pared )</li><li>- cilindro sólido de aluminio de <math>r = 25 \text{ mm}</math></li><li>- cilindro sólido de bronce de <math>r = 25 \text{ mm}</math></li><li>- esfera sólida de plástico (bola de billar) de <math>r = 28,6 \text{ mm}</math></li></ul></li><li>- Pieza de aluminio con sección en forma de L para retener los sólidos en el instante inicial, de forma que descendan juntos desde la misma altura</li></ul>															
Tiempo de Montaje	2 minutos															
Descripción	<p>La aceleración con la que desciende un cuerpo deslizando por un plano inclinado es <math>g \sin \alpha</math> (<math>\alpha</math> el ángulo de inclinación del plano), ya que no existe un movimiento del sólido respecto al CM y toda la energía potencial gravitatoria inicial se transforma en energía cinética de traslación.</p> <p>Sin embargo, en el caso de los sólidos que descenden girando sin deslizar, la energía potencial gravitatoria inicial se transforma durante el descenso en energía cinética de traslación del CM y también de rotación del sólido alrededor del CM. Cuanto mayor es la segunda (por ser mayor su momento de inercia), tanto menor es la primera, lo que se traduce en una menor aceleración lineal de descenso.</p> <p>Concretamente, la ecuación del movimiento es (<math>s</math> es el desplazamiento en dirección paralela al plano inclinado, <math>I</math> momento de inercia alrededor del eje de giro):</p> $\ddot{s} = \left( \frac{I}{mR^2} + 1 \right)^{-1} g \sin \alpha = \frac{g \sin \alpha}{\gamma + 1} = K g \sin \alpha$ <p>Donde <math>\gamma</math> es un factor de distribución de masa o factor de inercia</p> <table><tr><td></td><td>Punto</td><td>Esfera</td><td>Cilindro sólido</td><td>Cilindro hueco ideal</td></tr><tr><td><math>\gamma</math></td><td>0</td><td>2/5</td><td>1/2</td><td>1</td></tr><tr><td><math>K</math></td><td>1</td><td>5/7</td><td>2/3</td><td>1/2</td></tr></table> <p>Sigue a continuación</p>		Punto	Esfera	Cilindro sólido	Cilindro hueco ideal	$\gamma$	0	2/5	1/2	1	$K$	1	5/7	2/3	1/2
	Punto	Esfera	Cilindro sólido	Cilindro hueco ideal												
$\gamma$	0	2/5	1/2	1												
$K$	1	5/7	2/3	1/2												

	<p>Por otro lado, la velocidad del cuerpo en el punto más bajo del plano inclinado es:  <math>v = \sqrt{2Kgh}</math> , siendo h la altura inicial, desde la que inicia el descenso.</p> <p>Las diferentes aceleraciones implican diferentes velocidades y tiempos de descenso sobre el plano inclinado. Estas diferencias son evidentes si se dejan caer dos figuras simultáneamente desde el reposo.</p>
<b>Comentarios y sugerencias</b>	<p>Mostrar, en primer lugar, la independencia con la masa: cilindros sólidos de bronce y de aluminio caen juntos). La masa de los cilindros sólidos está indicada sobre las bases.</p> <p>Mostrar la independencia con el radio: cilindros huecos de diferente radio caen juntos.</p> <p>Mostrar la dependencia con el factor de inercia (y por lo tanto con K), dejando caer al mismo tiempo un cilindro hueco y un cilindro sólido (en realidad no importa cuáles, ya se ha demostrado la independencia con la masa y del radio), o un cilindro hueco y la esfera. Los valores de K de la esfera y del cilindro sólido son más próximos por lo que, para un recorrido breve como éste se observan diferencias más pequeñas en los tiempos de descenso.</p>
<b>Advertencias</b>	<p><b>ATENCIÓN:</b> en su descenso por la rampa, y a pesar de que se ha añadido un tope en la parte inferior, es posible que los sólidos prosigan su movimiento y caigan al suelo. En particular el cilindro de bronce tiene una masa considerable y podría provocar un accidente cayendo sobre los pies de alguien. Se aconseja colocar el plano inclinado de manera que el propio experimentador tenga tiempo de frenar los sólidos cuando abandonan la rampa.</p> <p>Otra posibilidad es reducir la inclinación de la rampa utilizando las varillas más pequeñas para darle inclinación (y sin abrir las aletas).</p>